

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06326438
PUBLICATION DATE : 25-11-94

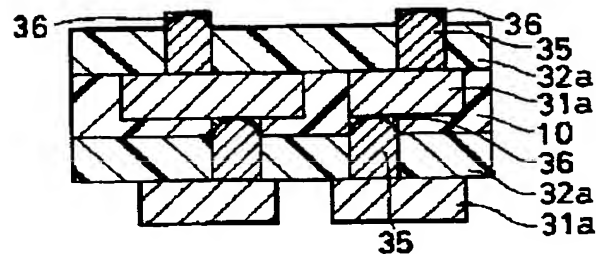
APPLICATION DATE : 13-05-93
APPLICATION NUMBER : 05111596

APPLICANT : NITTO DENKO CORP;

INVENTOR : MOTOGAMI MITSURU;

INT.CL. : H05K 1/11 H05K 3/46

TITLE : SINGLE-LAYER WIRING UNIT,
MULTILAYER CIRCUIT WIRING
BOARD, AND MANUFACTURE
THEREOF



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a method of manufacturing both a single-layer wiring unit which forms a wiring board wherein a conductor joint is excellent in electrical connection reliability and impedance matching and a multilayer circuit wiring board composed of these single-layer wiring units.

CONSTITUTION: A cylindrical projection 35 is so formed protruding from a conductor wiring pattern 31a formed on the surface of a thermoplastic polyimide film 10 as to penetrate the thermoplastic polyimide film 10, a metal coating layer 36 softer than the conductor wiring pattern 31a and the projection 35 is formed on the tip of the projection 35 for the formation of a single-layer unit, and the two single-layer units are laminated into a multilayer circuit wiring board electrically connecting the conductor wiring pattern 31a of the one single-layer unit with the projection 35 of the other single-layer unit. In this connecting process, the single-layer wiring units laminated in two layers are compressed from both above and below to deform only the metal coating layer 36, whereby the conductor wiring pattern 31a of the one single-layer unit is connected to the projection 35 of the other single-layer unit.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-326438

(43) 公開日 平成6年(1994)11月25日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 5 K 1/11
3/46

識別記号

庁内整理番号
Z 7511-4E
G 6921-4E
N 6921-4E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-111596

(22) 出願日 平成5年(1993)5月13日

(71) 出願人 000003964

日東電工株式会社
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72) 発明者 大脇 泰人

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72) 発明者 本上 満

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

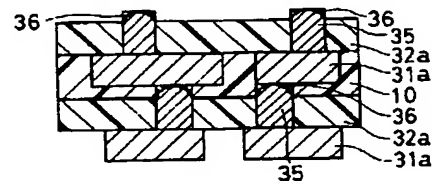
(74) 代理人 弁理士 西藤 征彦

(54) 【発明の名称】 単層配線ユニットおよび多層回路配線板ならびにその製法

(57) 【要約】

【目的】 導体接合部の電気的接続信頼性および導体接合部のインピーダンスの整合性に優れた配線板を構成する単層配線ユニットおよびこのユニットを構成材料とする多層回路配線板ならびにその製法を提供する。

【構成】 熱可塑性ポリイミドフィルム10の片面に形成された導体配線パターン31aから上記熱可塑性ポリイミドフィルム10を貫通した状態で円柱状突起部35が突出形成され、この突起部35の先端部に、導体配線パターン31aおよび突起部35よりも軟質な金属製被覆層36が形成された単層ユニットを用い、これを複数個準備し、一方のユニットの導体配線パターン31aと他方のユニットの突起部35を電気的に接続して2層に積層した多層回路配線板である。この接続の際、2層に積層された単層配線ユニットを上下から加圧して上記金属製被覆層36のみを変形させ、一方のユニットの導体配線パターン31aと他方の突起部35を接続させる。



10: 熱可塑性ポリイミドフィルム

31a: 導体配線パターン

32a: ポリイミド膜

35: 円柱状突起部

36: 被覆層

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁樹脂層の片面に、導体配線パターンが形成され、この導体配線パターンから上記絶縁樹脂層を貫通した状態で導電性物質製突起部が突出形成され、この突起部の先端部および上記導体配線パターンの突起形成面と反対側面の少なくとも一方に上記導体配線パターンおよび上記突起部よりも軟質な金属製被覆層が形成されていることを特徴とする単層配線ユニット。

【請求項2】 金属製被覆層形成材料の有する臨界剪断応力が、導体配線パターン形成材料および突起部形成材料の有する臨界剪断応力よりも小さい請求項1記載の単層配線ユニット。

【請求項3】 金属製被覆層が、真空蒸着法またはスパッタリング法の乾式プロセスにより形成されたものである請求項1または2記載の単層配線ユニット。

【請求項4】 突起部の先端部が曲率を有している請求項1～3のいずれか一項に記載の単層配線ユニット。

【請求項5】 請求項1記載の単層配線ユニットが少なくとも2個、一方の単層配線ユニットの導体配線パターンと他方の単層配線ユニットの突起部を電氣的に接続した状態で多層に積層されていることを特徴とする多層回路配線板。

【請求項6】 複数の単層配線ユニット間に、熱可塑性樹脂層もしくは熱硬化性樹脂層が形成されている請求項4記載の多層回路配線板。

【請求項7】 請求項1記載の単層配線ユニットを少なくとも2個準備する工程と、接着用フィルムを準備する工程と、一方の単層配線ユニットの導体配線パターンと他方の単層配線ユニットの突起部が対面するよう多層に積層配置する工程と、上記積層された単層配線ユニット間に上記接着用フィルムを配置する工程と、上記積層された単層配線ユニットを上下から加圧して金属製被覆層のみを成形させ一方の単層配線ユニットの導体配線パターンと他方の単層配線ユニットの突起部を電氣的に接続した状態で多層に積層する工程とを備えたことを特徴とする多層回路配線板の製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、導体接合部の電氣的接続信頼性が高く、導体接合部でのインピーダンスの整合性が要求される構成材料である単層配線ユニットおよび多層回路配線板ならびにその製法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、金属柱状突起物を有する単層配線ユニットをLSIチップのパッドと接合する場合、もしくは上記単層配線ユニットを複数個積層し接合する場合に、例えば、接合部分である突起物と導体配線間に絶縁樹脂フィルム等を介してこれらを対面させた状態で積層し、ついで加熱、加圧して多層配線基板を製造する方法が提案されている（特開平4-255293号）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記方法において、加熱、加圧後も、接合部分である突起物先端と導体配線間に絶縁樹脂フィルムの薄層が残ってしまう場合があり、接合部の電氣的接続信頼性が低下するという問題が生じる。また、加圧によって柱状突起物が太鼓状に塑性変形してしまい接合部でインピーダンスの不整合を生起するという問題が生じる。

【0004】 本発明は、導体接合部の電氣的接続信頼性および導体接合部のインピーダンスの整合性に優れた配線板を構成する単層配線ユニットおよびこのユニットを構成材料とする多層回路配線板ならびにその製法の提供をその目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明は、絶縁樹脂層の片面に、導体配線パターンが形成され、この導体配線パターンから上記絶縁樹脂層を貫通した状態で導電性物質製突起部が突出形成され、この突起部の先端部および上記導体配線パターンの突起形成面と反対側面の少なくとも一方に導体配線パターンおよび突起部よりも軟質な金属製被覆層が形成されている単層配線ユニットを第1の要旨とし、上記単層配線ユニットが少なくとも2個、一方の単層配線ユニットの導体配線パターンと他方の単層配線ユニットの突起部を電氣的に接続した状態で多層に積層されている多層回路配線板を第2の要旨とし、上記単層配線ユニットを少なくとも2個準備する工程と、接着用フィルムを準備する工程と、一方の単層配線ユニットの導体配線パターンと他方の単層配線ユニットの突起部が対面するよう多層に積層配置する工程と、上記積層された単層配線ユニット間に上記接着用フィルムを配置する工程と、上記積層された単層配線ユニットを上下から加圧して金属製被覆層のみを成形させ一方の単層配線ユニットの導体配線パターンと他方の単層配線ユニットの突起部を電氣的に接続した状態で多層に積層する工程とを備えた多層回路配線板の製法を第3の要旨とする。

【0006】

【作用】 すなわち、本発明は、絶縁樹脂層の片面に形成された導体配線パターンから上記絶縁樹脂層を貫通した状態で導電性物質製突起部が突出形成され、この突起部の先端部および上記導体配線パターンの突起形成面と反対側面の少なくとも一方に導体配線パターンおよび突起部よりも軟質な金属製被覆層が形成された単層ユニットを用い、これを複数個準備し、一方のユニットの導体配線パターンと他方のユニットの突起部を電氣的に接続して多層に積層した多層回路配線板である。この接続の際、多層に積層された単層配線ユニットを上下から加圧して上記金属製被覆層のみを成形させ、一方のユニットの導体配線パターンと他方の突起部を接続させる。したがって、接合部の電氣的接続信頼性に優れ、しかも突起

部が変形しないため、接合部のインピーダンスの不整合を生じることもない。

【0007】つぎに、本発明を詳しく説明する。

【0008】図1は本発明の単層配線ユニットの一例を示す断面図である。この単層配線ユニット1は、絶縁樹脂層32aの片面に、導体配線パターン31aが形成されている。そして、この導体配線パターン31aから上記絶縁樹脂層32aを貫通した状態で導電性物質製突起部35が突出形成されている。この突起部35の先端部に金属製被覆層36が形成されている。

10

【0009】上記金属製被覆層36は、突起部35先端部のみならず、導体配線パターン31aの突起形成面と反対側面に形成してもよく、突起部35先端部および導体配線パターン31aの突起形成面と反対側面の双方に形成してもよい。

【0010】上記単層配線ユニット1を構成する絶縁樹脂層32a形成材料としては、特に限定する必要はないが、例えばポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリエーテルテレフタレート(PET)等があげられる。また、絶縁樹脂層32aの厚みも特に限定するものではなくその用途に応じて適宜に設定されるが、1~1000μmに設定することが好ましい。

20

【0011】上記導体配線パターン31a、導電性物質製突起部35および金属製被覆層36形成材料としては、例えばCd、Zn、Ag、Mg、Ni、Al、Au、Cu、Sn、Bi、Co、Zr、Ti、Fe、Nb、Ta、Mo等があげられる。そして、これら形成材料を用いる際に、金属製被覆層36は、導体配線パターン31aおよび突起部35よりも軟質な金属を用いる必要がある。すなわち、金属製被覆層36形成材料として軟質な金属を用いることにより、突起部35の形状を維持したまま、金属製被覆層36のみを塑性変形させて突起部35と導体配線パターン31aを接合させることが可能となる。具体的には、上記導体配線パターン31a、導電性物質製突起部35および金属製被覆層36形成材料である金属が、下記の二つの関係を満たすことが好ましい。

30

【0012】 $A > B$ 、 $C > B$

A：導体配線パターン31aを構成する金属材料の臨界剪断応力

B：金属製被覆層36を構成する金属材料の臨界剪断応力

C：突起部35を構成する金属材料の臨界剪断応力

40

【0013】ここでいう臨界剪断応力とは、巨視的な塑性変形を開始するのに必要なずれ応力をいい、公知の物理量である。なお、各金属のなかには不純物濃度により臨界剪断応力に幅を有するものもある。下記の表1に、各種金属の臨界剪断応力を示す。

【0014】

【表1】

金属	臨界剪断応力 (kg/mm ²)
Cd	0.013
Zn	0.018
Ag	0.038
Mg	0.04
Ni	0.05
Al	0.08~0.085
Au	0.092
Cu	0.05~0.10
Sn	0.13~0.19
Bi	0.221
Co	0.65~0.70
Zr	0.65~0.70
Ti	1.4
Fe	1.7
Nb	3.4
Ta	4.2
Mo	7.3

【0015】上記表1に示す臨界剪断応力の値を考慮して、前記二つの関係を満たす金属の組み合わせを選択し、上記導体配線パターン31a、導電性物質製突起部35および金属製被覆層36の形成材料として使用する。

【0016】上記導体配線パターン31aの厚みについては特に限定するものではないが、0.1~300μmに設定することが好ましい。

【0017】上記突起部35の形状については特に限定するものではないが、円柱状、多角柱状が好ましく、その断面積は $70 \sim 4 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ が好ましい。また、突起部35の先端部の形状については、平坦でもよいが、突起部35の断面積から計算される値 $R = \{ (\text{突起部35の断面積}) / \pi \}^{1/2}$ の $1/100 \sim 100$ 倍の曲率を有することが好ましい。

【0018】上記金属製被覆層36の厚みについては特に限定するものではないが、好適には0.1~100μmである。

50

【0019】本発明の単層配線ユニットは、例えばつぎのようにして製造される。すなわち、図2に示すように、導電性金属箔31上に絶縁樹脂形成溶液を塗布し、乾燥して金属箔31上に絶縁樹脂前駆体層32を形成する。ついで、図3に示すように、絶縁樹脂前駆体層32上にマスク33のパターンを露光等により焼き付ける。つぎに、現像液をスプレー塗布して、図4に示すように、現像して貫通孔30を形成する。そして、加熱することにより絶縁樹脂前駆体層32を絶縁樹脂層32aに形成する。つぎに、図5に示すように、金属箔31面にフォトリソスト34を塗布し、乾燥させる。ついで、

5

電解めっき等により貫通孔30内に、絶縁樹脂層32aを貫通した状態で導電性物質製突起部35を突出形成させる。つぎに、上記突起部35の先端部に電解めっき等により金属製被覆層36を形成する。ついで、図6に示すように、金属箔31面を、マスク37を用いてフォトリソ34の露光を行い、所望の配線パターンを焼き付ける。つぎに、図7に示すように、現像、エッチング、フォトリソ剥離を行い配線パターン31aを形成する。このような工程を経て図1に示すような単層配線ユニット1が製造される。

【0020】上記導電性物質製突起部35および金属被覆層36は、電解めっき以外に、無電解めっき等の湿式プロセス、もしくは真空蒸着、スパッタリング等の乾式プロセス等により形成することができる。

【0021】なお、金属製被覆層を形成する箇所としては、図1に示すように、突起部35先端のみならず、図7に示すように、導体配線パターン31aの突起形成面と反対側面に金属製被覆層38を形成してもよく、さらに突起部35先端および突起形成面と反対側面の双方に金属製被覆層を形成してもよい。

【0022】上記のようにして得られる単層配線ユニット1を用いて、本発明の多層回路配線板は、例えば二層構造の場合つぎのようにして製造される。すなわち、上記単層配線ユニット1を2個準備し、図8に示すように、2個の単層配線ユニット1を、接着用シート10を介して、一方の単層配線ユニット1の突起部35と他方の単層配線ユニット1の導体配線パターン31aとが対面するように位置合わせし積層する。ついで、加熱、加圧することにより、図9に示すように、金属製被覆層36のみが加圧により塑性変形し、突起部35は円柱形状を維持したままで、突起部35と導体配線パターン31aが接合され、多層回路配線板が得られる。

【0023】上記接着用シート10としては、熱可塑性ポリイミド等の熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂等があげられる。

【0024】上記加熱条件としては、接着用シート10の有するガラス転移温度以上で、この接着用シート10が流動性を示す温度に設定することが好ましい。この温度に設定することにより、接合部分の突起部35と導体配線パターン31a間の接着用シート10が周囲に流れ、信頼性の高い接合がなされる。

【0025】上記加圧条件としては、突起部35および導体配線パターン31aは塑性変形せずに、金属製被覆層36のみが塑性変形する条件に設定するのが好適である。すなわち、金属製被覆層36の臨界剪断圧力以上で、しかも突起部35および導体配線パターン31aの臨界剪断圧力未満の応力がかかるような加圧条件に設定することが好ましい。

【0026】このようにして得られる多層回路配線板は、図9に示すように、突起部35先端に設けられた金

6

属製被覆層36が加圧により平坦状に塑性変形し、下側の単層配線ユニット1の突起部35と上側の単層配線ユニット1の導体配線パターン31aとが十分に接合された状態になっている。したがって、接合部分に接着用シート10の一部が残存せず、高い電氣的接続信頼性が得られる。また、突起部35が変形せず形状を保持するために、接合部でインピーダンスの不整合を生起するという問題も生じない。また、絶縁樹脂層32aからの突起部35の突出高さが不揃いであっても、図9に示すように、突起部35先端の被覆層36が塑性変形し、接合部の距離の不均一を補正するため、全ての接合部が信頼性よく接合することができる。

【0027】なお、金属製被覆層36が、突起部35先端ではなく導体配線パターン31aの突起形成面と反対側面に設けられた場合の他の実施例を図10に示す。得られる多層回路配線板は、図示のように、導体配線パターン31aの突起形成面と反対側面に形成された金属製被覆層38が加圧により突起部35先端形状に応じて略碗状の凹部に塑性変形する。このため、突起部35は円柱形状を維持したままで、突起部35と導体配線パターン31aが信頼性よく接合される。

【0028】つぎに、本発明を実施例に基づいて説明する。

【0029】

【実施例】図2に示すように、厚み18μmの銅箔31上に感光性ポリイミド前駆体ワニス32を塗布し、熱風オープンで乾燥した。ついで、図3に示すように、この銅箔31上の感光性ポリイミド前駆体ワニス塗布膜32上にマスク33のパターンを露光(露光量600mJ/cm²)により焼き付けた。つぎに、アルコール系現像液を用いスプレー現像方式により、図4に示すように、ポリイミド前駆体ワニス塗布膜32の現像を行い、直径50μmの貫通孔30を形成した。ついで、窒素雰囲気下で2時間かけて400℃まで加熱して、ポリイミド前駆体ワニス塗布膜32をポリイミド化した。ポリイミド化したポリイミド膜32aの厚みは20μmであった。つぎに、図5に示すように、銅箔31面にフォトリソ34を塗布し、熱風オープンで乾燥した。ついで、電解めっきにより上記貫通孔30内に、ポリイミド膜32aを貫通した状態で円柱状突起部35を突出形成させた。つぎに、上記突起部35の先端部に電解めっきにより被覆層36を形成した。ついで、図6に示すように、銅箔31面を、マスク37を用いてフォトリソ34の露光を行い所望の配線パターンを焼き付けた。つぎに、公知の方法である現像、エッチング、フォトリソ剥離を行い配線パターン31aを形成した。このような工程を経て図1に示すような単層配線ユニット1を作製した。

【0030】上記のようにして作製した単層配線ユニット1を2個準備し、図8に示すように、2個の単層配線

ユニット1を、厚み50 μ mの熱可塑性ポリイミドフィルム10を介して、一方の単層配線ユニット1の突起部35と他方の単層配線ユニット1の導体配線パターン31aとが対面するように位置合わせし積層した。ついで、加熱、加圧することにより、図9に示すように、銀製被覆層36のみが加圧により塑性変形し、突起部35は円柱形状を維持したままで、突起部35と導体配線パターン31aが接合され、二層構造の多層回路配線板が得られた。上記加熱温度は、熱可塑性ポリイミドフィルム10のガラス転移温度(150℃)以上で熱可塑性ポリイミドフィルム10が流動性を示す180℃とした。また、加圧圧力は、一つの突起部35当たり100gとした。そして、加熱および加圧時間は1時間とした。この加圧圧力により単層配線ユニット1の突起部35と他方の単層配線ユニット1の導体配線パターン31aの間の熱可塑性ポリイミドフィルム10が周囲に移動して両者の間に残存しなかった。

【0031】

【比較例】実施例と同様に、図11に示すように、突起部55が形成されたポリイミド膜61を作製した。つぎに、突起部55の先端が露出した面にフォトレジスト53を塗布した。図において、54はフォトレジストである。そして、銅箔51面を、マスク56を用いてフォトレジスト54の露光を行い所望の配線パターンを焼き付けた。つぎに、公知の方法である現像、エッチング、フォトレジスト剥離を行い、図12に示すように、配線パターン57を形成し、単層配線ユニット50を作製した。

【0032】上記のようにして作製した単層配線ユニット50を2個準備し、図13に示すように、2個の単層配線ユニット50を、厚み50 μ mの熱可塑性ポリイミドフィルム41を介して、一方の単層配線ユニット50の突起部55と他方の単層配線ユニット50の導体配線パターン57とが対面するように位置合わせし積層した。ついで、加熱、加圧した。上記加熱温度は、熱可塑性ポリイミドフィルム41のガラス転移温度(150℃)以上で熱可塑性ポリイミドフィルム41が流動性を示す180℃とした。また、加圧圧力は、一つの突起部55当たり300gとした。そして、加熱および加圧時間は1時間とした。この加圧により、図14に示すように、突起部55と導体配線パターン57とが接合したが、突起部55が太鼓状に塑性変形してしまった。

【0033】上記実施例および比較例の接合部におけるインピーダンスの整合性を測定した。なお、上記インピーダンス整合性は、オシロスコープを用いたタイム・ドメイン・リフレクトメトリー(TDR)により測定した。その結果、比較例品は接合部で顕著なインピーダンスの不整合が測定された。これに対して、実施例品はインピーダンスの整合性がとれた優れたものであった。

【0034】

【発明の効果】以上のように、本発明は、絶縁樹脂層の片面に形成された導体配線パターンから上記絶縁樹脂層を貫通した状態で導電性物質製突起部が突出形成され、この突起部の先端部および上記導体配線パターンの突起形成面と反対側面の少なくとも一方に導体配線パターンおよび突起部よりも軟質な金属製被覆層が形成された単層ユニットを用い、これを複数個、一方の突起部と他方の導体配線パターンを電気的に接続して多層に積層した多層回路配線板である。この接合の際、上記金属製被覆層のみを加圧により変形させて接合させる。このため、突起部と導体配線パターンの接合部が信頼性よく接合され電気的接続信頼性に優れたものである。しかも、加圧による接合において突起部の変形が生じないため、接合部のインピーダンスの不整合の発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の単層配線ユニットの一実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の単層配線ユニットの製造工程を示す断面図である。

【図3】本発明の単層配線ユニットの製造工程を示す断面図である。

【図4】本発明の単層配線ユニットの製造工程を示す断面図である。

【図5】本発明の単層配線ユニットの製造工程を示す断面図である。

【図6】本発明の単層配線ユニットの製造工程を示す断面図である。

【図7】本発明の単層配線ユニットの他の実施例を示す断面図である。

【図8】単層配線ユニットを用いた多層回路配線板の製造工程を示す断面図である。

【図9】本発明の多層回路配線板の一実施例を示す断面図である。

【図10】本発明の多層回路配線板の他の実施例を示す断面図である。

【図11】従来の単層配線ユニットの製造工程を示す断面図である。

【図12】従来の単層配線ユニットを示す断面図である。

【図13】従来の単層配線ユニットを用いた多層回路配線板の製造工程を示す断面図である。

【図14】従来の多層回路配線板を示す断面図である。

【符号の説明】

10 熱可塑性ポリイミドフィルム

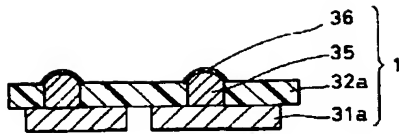
31a 導体配線パターン

32a ポリイミド膜

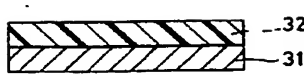
35 円柱状突起部

36 被覆層

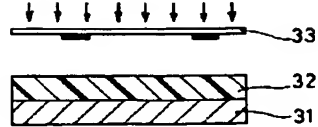
【図1】



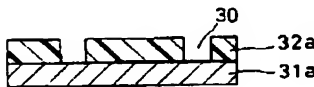
【図2】



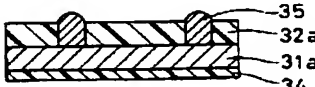
【図3】



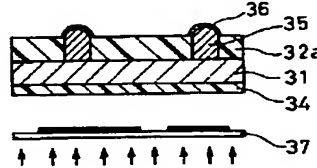
【図4】



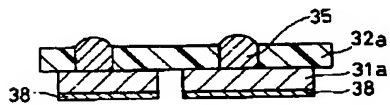
【図5】



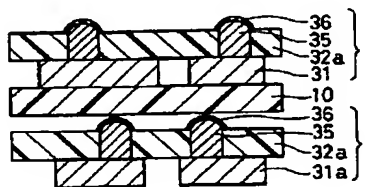
【図6】



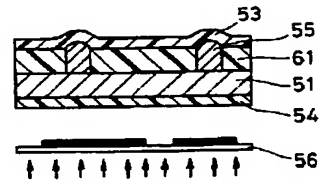
【図7】



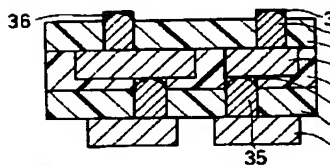
【図8】



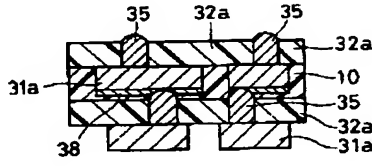
【図11】



【図9】



【図10】

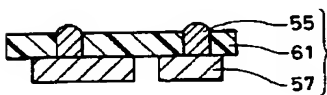


10: 熱可塑性ポリイミドフィルム
31a: 導体配線パターン
32a: ポリイミド膜

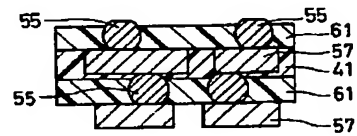
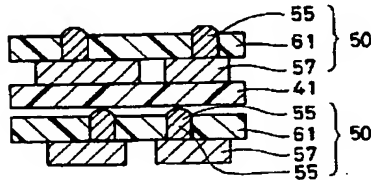
35: 円柱状突起部
36: 覆膜層

【図14】

【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.